



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
SECCIÓN DE POSGRADO**

**CORRELACIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DE ESTUDIO DE
DIFUSIÓN CON RESONANCIA MAGNÉTICA DE TUMORES
CEREBRALES**

**PRESENTADA POR
JORGE ANTONIO LÓPEZ PEÑA**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN
RADIOLOGÍA**

LIMA – PERÚ

2014



**Reconocimiento
CC BY**

El autor permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de esta obra, incluso con fines comerciales, siempre que sea reconocida la autoría de la creación original.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

SECCIÓN DE POSGRADO

**CORRELACIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DE ESTUDIO
DE DIFUSIÓN CON RESONANCIA MAGNÉTICA DE
TUMORES CEREBRALES**

TESIS

PARA OPTAR TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA

PRESENTADA POR

JORGE ANTONIO LÓPEZ PEÑA

LIMA-PERÚ

2014

ASESOR

Dra. Ana Cecilia Shimabukuro Uchima.

Médico Radiólogo del Hospital Guillermo Almenara Irigollen

Lima -Perú



Dr. Jose Luis Orrego Puelles Médico Radiólogo

Dra. Cristina Milagros Flores Muro Médico Radiólogo

Dr. Wilbert Ccorahua Benavides Médico Radiólogo



“Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis padres



RESUMEN

Propósito: Evaluar la correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética en tumores cerebrales.

Material y método: Estudio Cuantitativo, aplicativo, analíticocorrelacional, observacional y de corte transversalprospectivo, en el que se incluyó a 23 pacientes de ambos sexos de 18 a 87 años de edad a quienes se les realizó estudio estándar de RM complementado con técnica de difusión, previo consentimiento informado, durante el periodo del mes de enero 2012 a febrero 2014, en los servicios de radiología y anatomía patológica del hospital nacional Guillermo Almenara, en la evaluación de la relación de las variables de estudio se utilizó el test de chi cuadrado con un nivel de significancia de 0,05. Se rechazó la hipótesis nula cuando el valor de P resultó mayor a 0,05.

Resultados: Se analizaron 23 lesiones y se caracterizaron adecuadamente 23 (100%), a la cabeza representada por los astrocitomas y meduloblastoma los cuales presentaron restricción en difusión e hiper intensidad en mapas adc y con una localización a nivel del cerebelo. Muchas son las variables que influyen en la adquisición de difusión y que esta sea factible de ser analizado, pudiendo surgir de éstas diferencias inter-observador. El meduloblastoma en adultos supone el 0,4 – 1% de los tumores del SNC.

Conclusión: En el presente estudio, no se demuestra correlación significativa ($P > 0,05$) entre los resultados anátomopatológicos y la difusión por la resonancia magnética en el estudio de tumores cerebrales.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the correlation between the pathology report and the study of diffusion MRI in brain tumors.

Methods: Quantitative , application , analytical correlational , prospective observational cross-sectional study, which included 23 patients of both sexes aged 18-87 years of age who underwent standard MRI study diffusion technique supplemented with the consent reported during the period of the month of January 2012 to February 2014, in radiology and pathology of Guillermo Almenara national Hospital , in evaluating the relationship of the study variables chi -square test was used with a level of 0.05 significance . Rechazo the null hypothesis when the P value was greater than 0.05.

Results:23 lesions were analyzed and properly 23 (100 %) characterized , head represented by astrocytomas and meduloblastoma which presented restriction on diffusion and hyper intensity on ADC maps and localization in the cerebellum . There are many variables that influence the acquisition of broadcasting and that this is feasible of being analyzed , these differences may arise from inter- observer. The meduloblastoma in adults accounts for 0.4 to 1 % of CNS tumors.

Conclusion:In the present study, no significant correlation ($P > 0.05$) were demonstrated between autopsy results and diffusion MRI in the study of brain tumors.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Pág.
1.1 Descripción de la realidad problemática	9
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Objetivos de la investigación	12
1.4 Justificación de la investigación	13
1.5 Limitaciones de la investigación	13
1.6 Viabilidad del estudio	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.2 Bases teóricas	24
2.3 Definiciones conceptuales	31
2.4 Formulación de hipótesis	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 Diseño metodológico	33
3.2 Población y muestra	33
3.3 Técnicas de recolección de datos	33
3.4 Técnica para el procesamiento de la información	34
3.5 Aspectos éticos	34
3.6 Operacionalización de variables	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	37
CAPITULO V: DISCUSIÓN	47
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Los tumores cerebrales primarios contribuyen de manera significativa en la morbilidad y mortalidad en todos los grupos humanos por edad.

En los niños se observa solo el 1,5 % de todos los cánceres, con una alta incidencia de neoplasias del sistema nervioso central, siendo esta la segunda causa más importante de cáncer infantil.

Así, en los lactantes y niños, los tumores cerebrales son la segunda forma más común de cáncer, después de la leucemia. En los adultos, son más frecuentes, llegando a ocupar el 13° lugar entre todas las lesiones malignas, dependiendo de la edad y de la población estudiada. La incidencia anual de estas neoplasias oscila entre 4,8 y 10,6 por 100 mil habitantes en los Estados Unidos. Estas cifras pueden variar en relación a diferentes regiones geográficas. La distribución por sexo, muestra un discreto predominio de los tumores benignos en mujeres, mientras que los malignos en cifras globales son mayores en varones. Las tasas de mortalidad con tendencia ascendente serán de 6,5 por 100 mil habitantes/año para varones y 4,5 para mujeres, en los Estados Unidos.

La incidencia de tumores cerebrales por edad aumenta en forma dramática con la edad del paciente, principalmente entre los 75 y 85 años de edad, en ambos sexos, y el tipo más frecuente en los ancianos es el glioblastoma multiforme y el astrocitoma.

El meduloblastoma es el tumor más frecuente en niños el cual, conjuntamente con las astrocitomas cerebelosos, constituyen los tumores propios de la infancia más comunes en los Estados Unidos.¹

La frecuencia de neoplasias malignas del encéfalo en el Perú, en relación a los tumores cerebrales en niños, es del 11 %, tanto en mujeres como, en varones. En personas jóvenes y en adultos se presenta en un 17 %, y no se observan casos en mujeres en el grupo etáreo de 20 años hacia adelante. ²

La resonancia magnética convencional es hoy el método de imágenes más sensible y específico para el diagnóstico de los tumores cerebrales. Sin embargo, dicho resultado se basa en datos morfológicos y topográficos, se da de forma aproximada basándose en datos puramente estadísticos como la edad de presentación o la localización de una determinada lesión, ya que las imágenes clásicas de RM son incapaces de facilitar información sobre la histología de los tumores y por tanto, de orientar hacia una valoración más específico de los mismos.

La técnica de difusión por resonancia magnética (difusión-weighted imaging-DWI) ha sido usada desde hace una década en patologías intracraneanas, principalmente para el diagnóstico precoz del accidente cerebrovascular isquémico.³ Su uso se basa en su rapidez, sencillez en la interpretación y en la capacidad de demostrar alteraciones isquémicas del encéfalo antes de que aparezcan otros cambios evidentes detectados por tomografía computada (TC) o secuencias convencionales de resonancia magnética (RM).

Asimismo, su utilidad se ha visto confirmada para otras patologías del sistema nervioso central (SNC), como trauma, epilepsia, demencia, neurotoxicidad, etc.

Actualmente, se ha demostrado la posibilidad de utilizar la DWI para el estudio de patologías fuera del SNC, especialmente en el cuello y abdomen, a lo que se han ido agregando aplicaciones en el tórax, mamas y sistema músculo esquelético.

Dentro de las aplicaciones que han concertado el mayor interés se hallan las oncológicas, útiles para el diagnóstico y seguimiento de neoplasias. La difusión observada en tejidos se obtiene a partir del movimiento molecular en tres compartimientos: a) Espacio extracelular, b) Espacio intracelular c) Espacio intravascular.⁴ De estos tres compartimientos, es el intravascular el que muestra una mayor difusión, dada por el flujo sanguíneo o perfusión. Por esta razón, por ejemplo, tumores con importante vascularización muestran alta señal en difusión.⁵

El coeficiente de difusión aparente es un valor independiente de la intensidad del campo magnético. El computador calcula el coeficiente de difusión aparente para cada píxel de la imagen y lo muestra como un mapa paramétrico, en color o escala de grises. Manualmente, es posible dibujar un área de interés (ROÍ) sobre la imagen y así obtener el valor de coeficiente de difusión aparente, para un determinado tejido.

En el pasado, la difusión estaba limitada a su uso intracraneano, debido a artefactos de susceptibilidad magnética, de movimiento y por distorsiones geométricas en el cuerpo. En la actualidad, la introducción de secuencias eco planares (echo planar imaging-EPI), gradientes de alta performance, bobinas de múltiples elementos y equipos con adquisición paralela, han permitido solucionar los artefactos y han convertido a la difusión en una herramienta de uso cotidiano en los diversos segmentos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existe correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética en los tumores cerebrales?

1.2.2 Problemas específicos

¿Existe relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico?

¿Cuál es el coeficiente de difusión aparente (ADC) de los tumores cerebrales en relación al tipo histológico?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética en tumores cerebrales

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico.
- Determinar el coeficiente de difusión aparente (ADC) de los tumores cerebrales en relación al tipo histológico.

1.4 Justificación del estudio

El estudio está orientado a evaluar el aporte de la difusión en el diagnóstico de los tumores malignos y relacionarlo con su tipo histológico y grado de celularidad. Con dicho aporte se podrá ahorrar tiempo y horas-cama, así como contribuir en mejorar la calidad de vida de los pacientes, en el futuro.

Esta investigación contribuirá con los siguientes organismos e instituciones:

- Estado Peruano: ahorro de suministros y mejora de la calidad de vida de la población nacional.
- Ministerio de Salud: optimizar sus recursos.
- Sistema hospitalario: mejorar el conocimiento de las imágenes de los tumores cerebrales.
- Cuerpo médico: manejo rutinario del estudio de difusión por resonancia magnética
- Universidades: permitirá profundizar en la investigación de patologías oncológicas con el uso de la difusión por resonancia magnética

1.5 Limitaciones de la investigación

El número de pacientes aún es escaso debido al poco tiempo de funcionamiento del resonador sin embargo creemos crea el precedente para continuar la evaluación con esta metodología a fin de establecer si estas secuencias especiales tendrían un impacto en el diagnóstico más temprano de estas lesiones cerebrales.

. 1. 6 Viabilidad del estudio

Es viable considerando que el hospital Guillermo Almenara es un hospital Nacional Nivel IV contando con profesionales de la Salud altamente entrenados, en los servicios de Neurología, Neurocirugía y anatomía patológica, este servicio cuenta con prestigio y confiabilidad reconocida, permitiendo el correlato anatómico radiológico de las muestras examinadas. Asimismo se cuenta con soporte técnico y sistema de datos de imágenes de resonancia desde su instalación (dos años) así como la disponibilidad y disposición

del staff médico del servicio de diagnóstico por imágenes para las revisiones conjuntas de los casos.



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Koyama *et al* señalan que las imágenes ponderadas en difusión pueden proporcionar un excelente contraste de tejidos, basadas en la difusión molecular y tienen el potencial para demostrar los tumores malignos. La medición cuantitativa de los valores de coeficiente de difusión aparente también puede ser útil en distinguir entre lesiones benignas y tumores malignos. ⁶

Provenzale *et al* mencionan, que la imagen ponderada en difusión por resonancia magnética (RM) y la perfusión son técnicas avanzadas que proporcionan información visible en la RM convencional. En particular, estas técnicas tienen una serie de aplicaciones con respecto a la caracterización de tumores y de la evaluación de la respuesta del tumor a la terapia. ⁷

Oppenheim *et al* afirmaron que la intensidad de señal de los gliomas en las secuencias en difusión es variable, pudiendo ser hipo, iso o hiperintensos. Ocasionalmente, los gliomas pueden mostrar imágenes hiperintensas en la difusión y valores de coeficiente de difusión aparente (ADC) disminuidos, lo que sugieren la reducción del volumen del espacio extracelular. La celularidad tumoral es probablemente el determinante más importante de los valores del ADC en los tumores cerebrales.

Stadnik *et al* observaron que en contra de las conclusiones de estudios anteriores, no encuentra ninguna ventaja clara de difusión ponderada eco-planar de imágenes

en la evaluación de la extensión del tumor. El contraste entre los gliomas, metástasis, meningiomas, y la materia blanca fue en general inferior al estudio por difusión y mapas de ADC en comparación con la RM convencional. A diferencia de los gliomas, los dos casos de linfomas mostraron hiperintensidad de señal en las imágenes ponderadas por difusión, mientras que el caso de absceso cerebral mostró el mayor contraste en las imágenes ponderadas por difusión con valores de ADC muy bajos. Se requieren más estudios para averiguar si esto puede ser útil en la diferenciación de los gliomas y metástasis de linfoma y absceso.

Hygino *et al* refieren que durante más de 20 años, la RM convencional se ha utilizado para evaluar los tumores cerebrales. Sin embargo, la RM convencional tiende a subestimar la extensión del tumor, lo que podría conducir a tratamientos subóptimos. Nuevas herramientas de imágenes de RM se han usado ampliamente para determinar el grado, la heterogeneidad, y la extensión de los tumores cerebrales. La difusión se ha estudiado ampliamente, lo que ayuda en la clasificación del tumor, el diagnóstico diferencial y la evaluación postoperatoria. El tensor de difusión aparentemente puede delinear con más precisión el tumor, en comparación con el tumor infiltrante entre el edema peritumoral y el parénquima cerebral normal. ⁸

Naggara *et al* afirmaron que la formación de imágenes por difusión del agua por RM proporcionan información fisiológica sobre las enfermedades cerebrales que no puede ser obtenida a partir de secuencias convencionales. La difusión se utiliza para la evaluación de las enfermedades no vasculares. Esta técnica, combinada con secuencias convencionales, es útil para diferenciar los abscesos cerebrales de

los tumores necróticos. La difusión Cuantitativa de imágenes proporciona información adicional en la caracterización de tumores o lesiones inflamatorias, degenerativas y metabólicas. Por último, la difusión también tiene valor pronóstico.

9

Arvinda *et al* observaron que la combinación de perfusión y difusión por RM convencional aumenta la precisión de la clasificación preoperatoria de los tumores gliales. Las mediciones del volumen sanguíneo cerebral relativo tuvieron una capacidad diagnóstica superior a la usual en la predicción del grado del glioma. Los valores absolutos de ADC también fueron útiles en la clasificación preoperatoria de los gliomas. Los valores de difusión y perfusión se pueden usar en un entorno clínico para evaluar los tumores antes de la cirugía, determinando el grado histológico y proporcionando un medio que oriente el tratamiento y predecir el resultado del paciente postoperatorio. ¹⁰

Scarabino *et al* evaluaron el papel potencial de las técnicas de imagen (espectroscopía, difusión e imagen de perfusión) en el diagnóstico de gliomas cerebrales, con especial referencia a la clasificación histológica y clasificación, planificación del tratamiento y seguimiento del periodo. La RM convencional permite la detección y localización de lesiones neoplásicas, así como proporcionar, en los casos típicos, alguna indicación acerca de su naturaleza. La RM puede conducir a diagnósticos más completos y precisos que ayudarían a los cirujanos a determinar el pronóstico y a planificar las estrategias de tratamiento. Además, el reciente desarrollo de nuevos tratamientos más efectivos para glioma cerebral depende fuertemente de la capacidad de proporcionar una interpretación

morfofuncional y biológica de la RM de estos tumores característicamente heterogéneos. ¹¹

Rizzo et al estudiaron la correlación coeficiente de difusión aparente (ADC) y el volumen sanguíneo cerebral regional relativos (rrCBV) con los hallazgos histológicos en una serie amplia de pacientes con tumores cerebrales primarios o secundarios por difusión (DWI) y perfusión (PWI) en la caracterización de los tumores cerebrales. La DWI tiene un papel importante en el diagnóstico diferencial de masas quísticas cerebrales, pero no en la caracterización del tumor. La PWI es útil para diferenciar gliomas de alto y bajo grado y los linfomas de gliomas de alto grado. ¹²

Essig et al consideran las posibilidades involucradas con el uso de métodos funcionales de resonancia magnética en el diagnóstico de los tumores cerebrales. Utilizaran los métodos disponibles funcionales, de la RM perfusión (PWI), difusión (DWI y DTI) y la espectroscopía por RM (H-MRS). En los casos de tumor cerebral, la DWI ayuda en la clasificación y una mejor diferenciación en el diagnóstico, así como a la planificación terapéutica. Además, colaborara en la determinación del curso del tratamiento, tanto después de la quimioradioterapia, así como en la combinación de esta con el tratamiento quirúrgico, lo que puede ser optimizado. La DWI permite una mejor estimación de la actividad en los tumores de bajo grado y en el caso del astrositoma de grado II que muestra anaplasia en áreas tumorales, permite una más rápida visualización y una mejor predicción de la

evolución de la enfermedad que los estudios convencionales de resonancia magnética. ¹³

Rollin *et al* refieren que las técnicas avanzadas de resonancia magnética (RM) proporcionan información fisiológica que complementa la información anatómica disponible en la RM convencional. Se evaluaron los papeles de imágenes en difusión y perfusión para la evaluación del grado y tipo histológico de los tumores cerebrales intraxiales. Las determinaciones del volumen sanguíneo cerebral relativo y el coeficiente de difusión aparente (ADC) se realizaron en las partes sólidas de cada región del tumor y en la materia blanca peritumoral. ¹⁴

Poussaint *et al* destacaron por las técnicas en resonancia magnética de perfusión, difusión y espectroscopia en la evaluación de tumores cerebrales en pediatría. Estas técnicas son complementarias con la RM convencional para proporcionar información fisiológica útil para el diagnóstico y la terapia de los tumores cerebrales. ¹⁵

Provenzale *et al* describieron los principios fundamentales de difusión y de perfusión por RM y proporcionaron una visión general de las formas en que estas técnicas se están utilizando para caracterizar los tumores, ayudando a distinguir los tipos de tumores, a evaluar el grado del tumor, y a tratar de determinar los márgenes tumorales. Además, determino el papel de estas técnicas para evaluar la respuesta a la terapia de los tumores. ¹⁶

Campo *et al*/refieren que la difusión en RM abre muchas nuevas posibilidades para la caracterización de los tejidos, la planificación quirúrgica y el seguimiento del tratamiento en pacientes con tumores cerebrales. Estas posibilidades sólo están empezando a ser exploradas a fondo. Este artículo revisa los principios físicos subyacentes del tensor de difusión (DTI). Los métodos de procesamiento disponibles para los datos del DTI en el contexto de imágenes de los tumores, cuyos patrones se encuentran comúnmente relacionados con la alteración de la sustancia blanca cerebral, como se muestra en los mapas de colores codificados direccionalmente por el tensor de difusión. ¹⁷

Barboriak *et al*, refieren que el uso de la difusión por RM y tensor de difusión ha tenido buen impacto en la detección de tumores cerebrales. La difusión ha sido eficaz en la caracterización de tipos específicos de masa, en particular en neoplasias, epidermoides distinguiéndolas de los quistes aracnoides, de los tumores quísticos y de abscesos intracerebrales. ¹⁸

Valentini *et al* refieren que la difusión (DWI) y perfusión ponderada (PWI) RM, han pasado a tener un papel cada vez más importante, especialmente en imágenes neurovasculares. La difusión de imágenes en RM evalúa parámetros hemodinámicos, pero se puede considerar una técnica funcional, ya que proporciona información acerca de la estructura del tejido funcional a un nivel microscópico. En esta técnica, el contraste de imagen en gran medida depende del coeficiente de difusión, un parámetro indicativo de las características de la traslación de las moléculas de agua (movimiento browniano). La medición de perfusión clínica se ha realizado en casi todos los órganos con diferentes

técnicas. En los últimos diez años, con el uso de medios de contraste, se ha adquirido considerable experiencia en la medición de la hemodinámica con resonancia magnética. ¹⁹

Martinot *et al* mencionan que con la difusión se puede diferenciar entre tumor e infección. Puede proporcionar información acerca de la celularidad del tumor, ayudando en la caracterización y la clasificación de tumores cerebrales. La señal de los gliomas es variable en difusión, depende de su T2 y su valor de ADC. Los tumores de alto grado, típicamente híperintensos en difusión y baja señal en el mapa ADC. La alta celularidad del tumor es el mejor determinante de la disminución de valores del ADC. La diferencia entre metástasis y tumores de alto grado es difícil. Se ha reportado que los linfomas tienen menor ADC.

Maleyeri *et al* indican que la imagen ponderada en Difusión se está estableciendo como un aspecto fundamental de la RM en la evaluación de tumores de determinados órganos, entre ellos los de mama, hígado, riñón, y los de la pelvis. Cuando se utiliza junto con la asignación de coeficiente de difusión aparente, la imagen ponderada en difusión proporciona información sobre el entorno funcional de agua en los tejidos, aumentando así la información morfológica proporcionada por la RM convencional. Los cambios detectados son los cambios del agua extracelular a los espacios intracelulares, la restricción de la permeabilidad de la membrana celular, el aumento de la densidad celular y la interrupción de la despolarización de la membrana celular. Estos resultados se asocian con tumores malignos, por lo tanto, la difusión por resonancia magnética tiene muchas

aplicaciones en oncología y puede ayudar en la detección de tumores, la caracterización, predicción y evaluación de la respuesta al tratamiento. ²⁰

Saremi et al indican que la difusión no solo es útil para diferenciar los procesos malignos de los benignos, sino también, puede utilizarse para evaluar las lesiones metastásicas, la recurrencia del tumor y la respuesta al tratamiento. Ya que no requiere la inyección de un agente de contraste basado en gadolinio, la imagen en difusión puede ser utilizada en pacientes con insuficiencia renal o alergia al medio de contraste. ²¹

Qayyum *et al* señalan que el éxito de la detección de lesiones y la caracterización de las mismas depende en gran medida del grado de celularidad del tejido, debido a que el aumento de celularidad se asocia con la difusión restringida, debido a una reducción en el coeficiente de difusión aparente. También es importante reconocer que ciertos tejidos normales, como el endometrio son muy celulares en estos casos la difusión restringida no debe malinterpretarse como una enfermedad. La difusión restringida también se puede ver en las lesiones quísticas de alta viscosidad tales como abscesos.

La Difusión es una técnica en evolución, con el potencial de mejorar la caracterización de los tejidos cuando los resultados se interpretan en conjunto, con los resultados obtenidos con otras secuencias convencionales de RM. ²²

Kyriazi et al señalan que la imagen ponderada por difusión proporciona información cuantitativa sobre la celularidad de los tejidos información que puede ser utilizada para distinguir los tumores viables de tratamiento relacionados con los cambios. Estos datos permiten el cálculo del coeficiente de difusión aparente (ADC)

valor que, cuando se considera junto con los parámetros bioquímicos y morfológicos, es útil para evaluar la eficacia del tratamiento. El valor de las imágenes ponderadas en difusión se maximiza cuando se interpretan en comparación con las imágenes anatómicas de RM convencional para evitar errores de diagnóstico que surgen de las estructuras normales hipercelulares y las neoplasias con baja celularidad.²³

Woodhams et al señalan que una ventaja importante de las imagen es de difusión por RM convencional es su alta sensibilidad a cambios en el entorno celular microscópicos, sin la necesidad de una inyección intravenosa de contraste. Algunos criterios para la evaluación por difusión en estudios de mama incluyen la evaluación de estos datos por sí solos y la interpretación de los datos en conjunto con hallazgos en las imágenes potenciadas en T2. El uso de la difusión en forma estandarizada en el protocolo de examen de mama, puede aumentar la sensibilidad y por lo tanto mejorar la precisión diagnóstica.²⁴

Liu *et al* señalan que la imagen de difusión combinada con los coeficientes de difusión aparente (ADC) puede tener el potencial de ser utilizados para predecir y controlar la respuesta del cáncer de cuello uterino a la terapia.²⁵

2.2 Bases teóricas

Estudió de difusión por resonancia magnetica

La difusión es la propiedad física que describe el movimiento browniano o aleatorio de las moléculas de agua en un tejido, como respuesta a una energía térmica.²⁶ El cuerpo humano está compuesto en un 75 % por agua, que se localiza en tres

compartimentos, el intravascular, el intracelular y el extracelular. La secuencia de difusión es sensible a la detección del movimiento de las moléculas de agua en estos compartimentos a un nivel microscópico, pero es el movimiento de las moléculas de agua en el espacio extracelular el que más interesa en el estudio de las lesiones tumorales. El mayor o menor grado de movimiento de las moléculas de agua en el medio extracelular va a estar condicionado, fundamentalmente, por la cantidad de células (densidad celular), la integridad de las membranas y la viscosidad del tejido. Así, en los tejidos con poca celularidad, como los tumores benignos o con membranas rotas, como los tumores con necrosis, las moléculas de agua se mueven fácilmente; es lo que se conoce como libre difusión. Por el contrario, en tejidos con gran celularidad como los tumores malignos, el movimiento de las moléculas de agua está limitado y, por tanto, la difusión va a estar restringida. De igual forma, en los abscesos, al estar formados por células inflamatorias, proteínas, células debridadas, bacterias y pus de alta viscosidad, la difusión también está restringida, además las moléculas del agua se unen a los aminoácidos de la superficie de las macro-moléculas, restringiendo aún más su movimiento. Las secuencias de difusión que se utilizan son secuencias potenciadas en T2 modificadas, a las que se les aplica un gradiente bipolar de difusión. En la difusión en Resonancia Magnética los tejidos que restringen la difusión aparecen con una señal aumentada o hiperintensos y aquellos donde la difusión está facilitada se ven con una señal más baja o hipointenso. Es decir, el grado de movilidad de las moléculas de agua es proporcional al grado de atenuación de la señal. Por lo tanto, con la secuencia de la difusión se va a conseguir una información única sobre la celularidad de un tejido y la integridad de las membranas celulares.³ Pero la intensidad de la señal que se obtiene de los diferentes tejidos no solo va a depender

del movimiento de las moléculas de agua, sino también esta señal varía al modificar la amplitud, duración o intervalo del gradiente aplicado²⁷. El parámetro conocido como valor “b” es proporcional a esos tres factores, especialmente al cuadrado de la amplitud del gradiente, por lo que al modificar el parámetro “b”, la sensibilidad de la difusión también varía y la señal se modifica.

El valor “b” se mide en seg/mm^2 ; a medida que aumenta este valor, la intensidad de la señal de las lesiones disminuye. Esta pérdida de señal será mayor en aquellas lesiones donde la difusión está facilitada; sin embargo las lesiones que restringen la difusión perderán menos señal.

El coeficiente de difusión aparente (ADC) proporciona una medida cuantitativa, independiente del campo magnético y mide el desplazamiento microscópico de las moléculas de agua, reflejando la capacidad de difusión específica de un tejido. Tejidos muy celulares, con difusión restringida, muestran valores de (ADC) bajos, porque pierden poca señal al aumentar el valor “b”, mientras que zonas con menor densidad celular, que pierden más señal al aumentar el valor b, presentan valores de (ADC) más altos.

El ADC puede ser calculado para cada pixel de la imagen obteniendo un mapa perimétrico (mapa de ADC) en blanco y negro o mapa de colores. Las áreas que restringen la difusión aparecen hipointensas o en tonos azules y las que tienen difusión libre, híper intensas o en tonos rojos. Es posible determinar el valor del ADC de una región determinada mediante la selección de una región de interés (ROI).

Con la difusión en Resonancia Magnética se obtienen dos tipos de información: una cualitativa y otra cuantitativa:

La Información cualitativa de las imágenes son valores individuales de b que proporcionan información cualitativa de la lesión, basada en la intensidad de la señal; por ejemplo, en tumores sólidos hiper celulares, donde la difusión está restringida, la imagen aparece hiper intensa y por el contrario, en lesiones donde la difusión es libre, la imagen aparece hipointensa.

Con la Información cuantitativa se adquiere imágenes utilizando dos o más valores “b”, uno siempre es 0 y el otro menor de 1.000 seg/mm², para valorar la pérdida de señal que está relacionada con la capacidad de difusión. En el mapa de ADC podemos calcular la capacidad de difusión de áreas concretas de un tejido. Si la difusión está restringida, el valor de ADC es bajo y si la difusión está facilitada, el valor de ADC es alto con valor b 1000 y 3000 mm²/seg, considerando valores altos a los mayores de 3000 mm²/seg.²⁸

Tumor cerebral

Los tumores cerebrales primarios son más frecuentes a nivel intracraneal que a nivel intrarraquídeo. En adultos el 70 % es supratentorial (cerebro); en cambio, en los niños, el 70 % es infratentorial (cerebelo o tronco encefálico). Son más frecuentes en los adultos que en los niños.

Los diferentes tipos tumorales muestran una predilección de acuerdo a la edad; así, el meduloblastoma, el astrocitoma quístico del cerebelo y el glioma del tronco encefálico; todos estos tumores infratentoriales son los más frecuentes durante la infancia en el sistema nervioso central.

Los tumores primarios pueden ser benignos o malignos, pero sabemos que toda masa intracraneal que produce un aumento de la presión dentro del cráneo puede

ocasionar herniaciones siendo la más grave aquella que se produce por protrusión de las amígdalas cerebelosas por el agujero occipital, causando la muerte por la compresión del centro respiratorio del bulbo raquídeo. Es pues el común denominador de los tumores cerebrales causar hipertensión endocraneana por su crecimiento.

El parénquima cerebral está integrado por neuronas y sus células de apoyo; la neuroglia, es el origen de más de la mitad de los tumores primarios. El potencial tumorigénico de la neuroglia es mucho mayor que el de las neuronas, de tal manera que la mayor parte de las neoplasias que se originan del parénquima cerebral (tumores neuroepiteliales) son de estirpe glial (gliomas) y sólo un pequeño porcentaje es de origen neuronal o proviene de las células primitivas.

También entre los tumores neuroepiteliales se incluyen las neoplasias del plexo coroideo y el quiste coloideo del III ventrículo.

Los meningiomas se originan de las meninges que cubren el parénquima cerebral.

Los Schwannomas se originan de las vainas de los nervios que surgen del parénquima.

El sistema nervioso central puede ser asiento de linfomas y procesos neoformativos originados en los elementos mesenquimales como el endotelio, los pericitos, el hueso, el cartílago, los fibroblastos, los adipocitos o el músculo.

También hay tumores que proceden de las células ectópicas como el craneofaringioma y los tumores de las células germinales que son resultado de una

migración anormal durante la embriogénesis o persistencia de estructuras que generalmente involucionan.

Los tumores secundarios pueden ser consecuencia de la diseminación hematológica de una neoplasia que se origina en un lugar distante (metástasis) o de la extensión directa de una lesión en tejidos adyacentes.

La frecuencia de las neoplasias secundarias en el sistema nervioso central varía ampliamente entre los distintos centros hospitalarios y según las series sean quirúrgicas o autopsias.

Las metástasis cerebrales son una de las causas principales de morbilidad en aquellos pacientes oncológicos; del 15 al 20 % de estos pacientes presenta metástasis intracraneales en el examen de necropsia.

La frecuencia de los tumores secundarios es muy baja en la infancia y aumenta a partir de la quinta década de la vida

Clasificación de los tumores cerebrales:

1. Tumores de tejido neuroepitelial

A. Tumores astrocitarios: astrocitomas de bajo grado, pilocítico, protoplásmico, gemistocítico, astrocitoma anaplásico

B. Tumores oligodendrogliales: oligodendroglioma de bajo grado, oligodendroglioma mixto, oligodendroglioma anaplásico

C. Tumores endimarios: endimoma de bajo grado, endimoma anaplásico

D. Tumores de los plexos coroideos:

Papiloma de los plexos coroideos, carcinoma de los plexos coroideos

E. Tumores de células pineales: pineocitoma, pineoblastoma

F. Tumores embrionarios poco diferenciados glioblastoma, meduloblastoma

2. Tumores de las células de las vainas nerviosas

Schwannoma, neurofibroma

3. Tumores de las meninges y tejidos afines

A. Meningioma benigno

Meningotelial, Fibroso, Transicional

B. Meningioma maligno

Hemangiopericitoma.

C. Sarcomas menígeos

4. Linfoma primario del SNC

5. Tumores de células germinales

Germinoma, carcinoma embrionario, tumor del seno endodérmico,
coriocarcinoma, teratoma maduro inmaduro

6. Otros tumores de embriogénesis desordenada

Craneofaringioma ,tumor epidermoide ,tumor dermoide ,quiste coloide del tercer
ventrículo

7. Tumores hipofisarios

Lóbulo anterior, adenoma ,carcinoma ,lóbulo posterior ,caristoma

8. Extensión local de tumores regionales

Cordoma, tumor del glomus yugular

El diagnóstico está dado por la tomografía computada (TC) y las imágenes por resonancia magnética (IRM), las cuales tienen funciones complementarias en la evaluación de las neoplasias del SNC. La velocidad de la TC es conveniente para evaluar a los pacientes inestables desde el punto de vista clínico; la TC es superior para detectar calcificaciones, lesiones craneales y hemorragia hiperaguda (sangrado que comenzó hace menos de 24 horas) y contribuye al valoración diferencial directo, así como al tratamiento inmediato. Las IRM tienen resolución superior del tejido blando; las IRM detectan mejor las lesiones isodensas, el relieve del tumor y otros hallazgos relacionados como edema, todas las fases de los estados hemorrágicos (con excepción de la hiperaguda) y el infarto. Las IRM de alta calidad constituyen el estudio de diagnóstico preferido para la evaluación de lesiones intramedulares y extramedulares de la médula espinal. En las imágenes posteriores al tratamiento, la tomografía computarizada por emisión de fotón único (TCEFU) y la tomografía por emisión de positrones (TEP) pueden ser útiles para diferenciar la recidiva del tumor de la necrosis por radiación.

Es fundamental una biopsia de confirmación para corroborar la sospecha de un diagnóstico de un tumor cerebral primario, ya sea antes de la cirugía mediante una aguja o en el momento de la resección quirúrgica, excepto en los casos en que el cuadro clínico y radiológico apuntan claramente a un tumor benigno.

2.3 Definiciones conceptuales

La difusión por RM se basa en la detección del movimiento aleatorio de las moléculas de agua en los tejidos cerebrales los cuales se le evaluarán tanto en b_0 y b_1000 s/mm², se medirá la intensidad de señal de los diferentes tumores en secuencias de difusión y ADC que se dará en el tipo de color que produce el tumor en comparación con la sustancia gris. El valor del Mapa ADC capaz de discriminar los tumores cerebrales en benignos y malignos obtenidos en base a los resultados en las diferentes áreas del tumor (ADC centro, periferia tumor, peritumoral y sustancia blanca,) con valor b_1000 mm²/s en el cual por arriba de este valor los tumores se consideraron benignos y por debajo de este valor los tumores se consideraron malignos, registrándose la ubicación de los tumores y su frecuencia de localización que podrían ser lóbulo frontal, parietal, temporal, occipital y la meninges a los cuales se le realizarán biopsias para su evaluación por anatomía patólogo del cual se obtendrá un diagnóstico para su corroboración con los resultados obtenidos en los estudios de resonancia magnética.

2.4 Formulación de hipótesis

Hipótesis principal

Existe correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética de tumores cerebrales.

Hipótesis secundarias

- Hay relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico.
- Los tumores cerebrales presentan un ADC alto en relación al tipo histológico.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Cuantitativo, aplicativo, analítico, observacional y transversal.

3.2 Población y muestra

La población está conformada por todos los pacientes del Hospital Nacional Guillermo Almenara con un diagnóstico de tumoración cerebral.

Muestro no probabilístico, conformada por todos los pacientes de ambos sexos de 18 a 87 años de edad atendidos en el Hospital nacional Guillermo Almenara que tengan Resonancia Magnética y resultados de anatomía patológica en el periodo del año 2012 al 2014.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se coordinará con los servicios de Neurocirugía y Anatomía Patológica para la selección de los pacientes y se procederá al procesamiento de las imágenes y correlación con el resultado anatomopatológico de la pieza operatoria obtenida.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Para determinar la relación de variables de interés se utilizó el test de Chi cuadrado o test exacto de Fisher, de acuerdo a los datos obtenidos. El grado de significancia queda fijado en 0,05.

3.5 Aspectos éticos

En el presente trabajo se respetarán los principios éticos plasmados en declaración de helsinki de la asociación médica mundial. Se contará con la autorización de la institución, autoridades competentes y el consentimiento

informado de los pacientes.

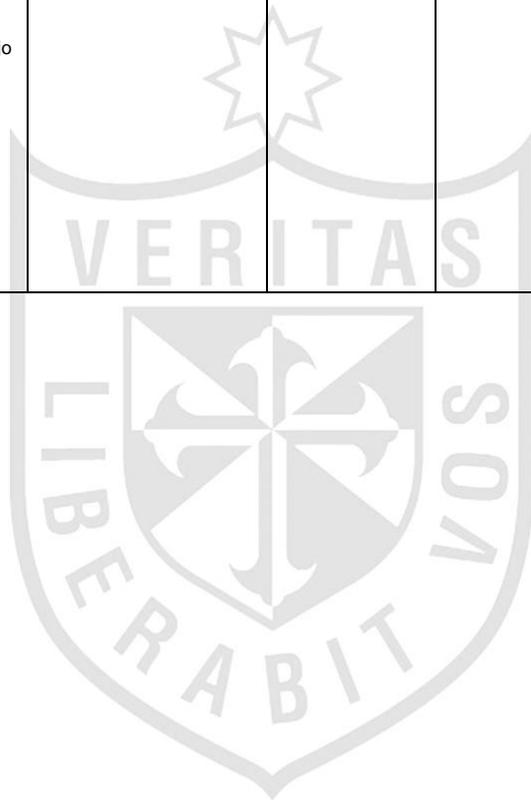
3.6 Operacionalización de variables

TABLA I



OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA	NATURALEZA	INDICADOR	FUENTE	ÍNDICE
Conocer la utilidad de la difusión en la determinación y valoración de los tumores cerebrales	VALORES DE LOS COEFICIENTES DE DIFUSIÓN APARENTE	La difusión por RM se basa en la detección del movimiento aleatorio de las moléculas de agua en los tejidos.	ADC es el valor expresado en mm ² /seg que nos da el tumor en la región de interés (ROI) y que nos permite evaluar la interacción con las macromoléculas del tumor como la movilidad a través de su transporte activo.	Nominal	cualitativa	Coefficiente de difusión aparente (ADC)	Resonancia magnética	0 s/mm ² 1000s/mm
	INTENSIDAD DE SEÑAL EN LAS SECUENCIAS DE DIFUSIÓN Y ADC DE RM	Es el tipo de color que produce el tumor en comparación con la sustancia gris en la secuencia de difusión y ADC.	La restricción de la difusión se observó hiperintensa y la falta de restricción de la difusión se observó isoíntensa respecto a la sustancia gris.	Ordinal	cualitativa	la celularidad nos indicará la benignidad o malignidad	Resonancia magnética	En la difusión: -Con restricción de la difusión. - Sin restricción de la difusión. En el ADC: Hipointenso hiperintenso isoíntenso
	LOCALIZACIÓN DEL TUMOR	Es el lugar donde se encuentra localizado el tumor	Determinar ubicación del tumor	Nominal	cualitativa	Localización de los tumores	Resonancia magnética	Lóbulo frontal Lóbulo parietal Lóbulo temporal Lóbulo occipital meninges
	EDAD	Tiempo de vida	Años desde fecha de nacimiento consignada en DNI	Razón	Cuantitativa discreta	Años cumplidos	DNI	Edad en años
	SEXO	Condición orgánica que distingue al macho de la hembra	Cconjunto de características biológicas que diferencian al macho de la hembra consignar DNI	nominal	Cualitativa	Fenotipo	DNI	Masculino Femenino
	ANATOMÍA PATOLÓGICA	Muestras tomadas de las diferentes tumores estudiados	Resultado histopatológico de los tumores cerebrales.	Nominal	Cualitativa	Dx Anátomo patológico	Ficha de anatomía patológica	0- Astrocitoma. 1-Carcinoma metasta. 2-Meningioma. 3-Glioblastoma 4-adenoma 5-Ependimoma 6-craneofaringeoma 7- meduloblastoma 8-schwanoma 9-plasmocitoma 10-otros
	Punto de corte de los valores ADC	Es el valor del mapa ADC capaz de discriminar los tumores cerebrales en benignos y malignos obtenidos en base a los resultados en las diferentes áreas del tumor (ADC centro,	Benigno: Valor ADC Alto Maligno: Valor ADC Bajo	nominal	Cualitativa	Benigno Maligno	Resonancia magnética	ADC con valor b 1000: Centro del tumor: Benigno: >1.58x10 ⁻³ mm ² /s Maligno: <1.58x10 ⁻³ mm ² /s Periferia del tumor: Benigno: >1.52x10 ⁻³ mm ² /s Maligno: <1.52x10 ⁻³

		<p>periferia tumor, peritumoral y sustancia blanca, ADC mínimo y normalizado, ADC) con valor b 1000 mm²/s en el cual por arriba de este valor los tumores se consideraron benignos y por debajo de este valor los tumores se consideraron malignos.</p>						<p>mm²/s ADC peritumoral: Benigno: >1.18x10⁻³ mm²/s Maligno:< 1.18x10⁻³ mm²/s ADC sustancia blanca: Benigno> 0.3x10⁻³mm²/s Maligno<0.3x10⁻³mm²/s ADC mínimo: Benigno>1.38x10⁻³mm²/s Maligno<1.38x10⁻³mm²/ ADC Normalizado B Benigno> 1.37 Maligno< 1.37 ADC sustancia blanca Benigno>1.18x10⁻³mm²/s Maligno<1.18x10⁻³mm²/s</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---



CAPÍTULO IV RESULTADOS

Apreciamos en la tabla 1, que la mayoría de los pacientes son varones (52.2%) seguido de las mujeres (47.8%).

TABLA 1: Distribución de los pacientes según sexo

GENERO	Frecuencia	Porcentaje
F	11	47.8
M	12	52.2
Total	23	100.0



Fuente : Elaboración propia.

En la tabla 2, se aprecia que los pacientes mayormente han presentado restricciones (60.9%) seguido de los que no presentaron (39.1%).

TABLA 2: Distribución de los pacientes según restricción

RESTRICCIÓN	Frecuencia	Porcentaje
CON	14	60.9
SIN	9	39.1
Total	23	100.0

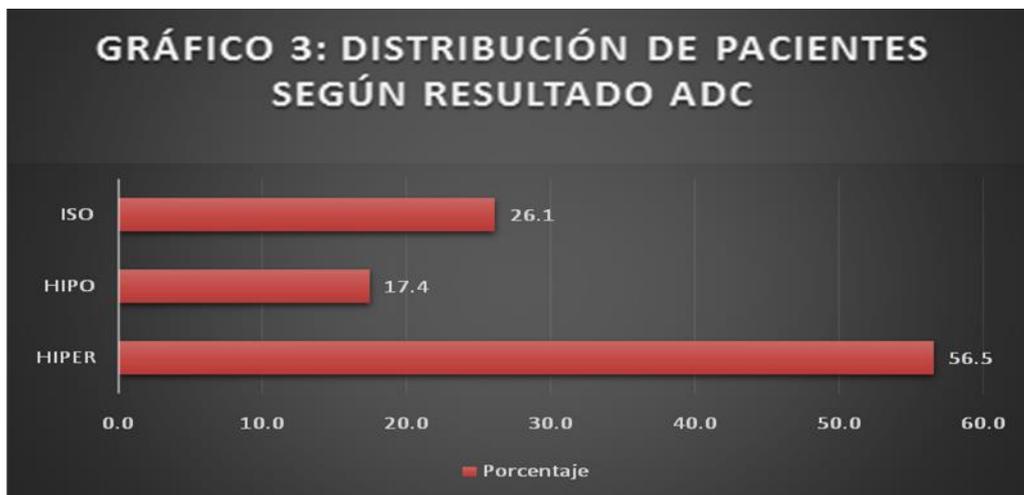


Fuente : Elaboración propia.

En el caso de la tabla 3, apreciamos que la mayoría de los pacientes han sido hiperintenso (56.5%) seguido de los isointenso (26.1%) y finalmente los hipointensos (17.45).

TABLA 3: Distribución de los pacientes según resultado ADC

ADC	Frecuencia	Porcentaje
HIPER	13	56.5
HIPO	4	17.4
ISO	6	26.1
Total	23	100.0



Fuente : Elaboración propia.

En la tabla 4, apreciamos que la localización del tumor se ha dado en el cerebelo (34.8%), seguido de parietal (30.4%).

TABLA 4: Distribución de los pacientes según localización tumor

LOCALIZACIÓN	Frecuencia	Porcentaje
CEREBELO	8	34.8
FRONTAL	2	8.7
OCCIPITAL	3	13.0
PARIETAL	7	30.4
TEMPORAL	3	13.0
Total	23	100.0



En la tabla 5, apreciamos que el diagnóstico anatomopatológico más frecuente ha sido astrocitoma (26.1%) seguido de meduloblastoma (21.7%).

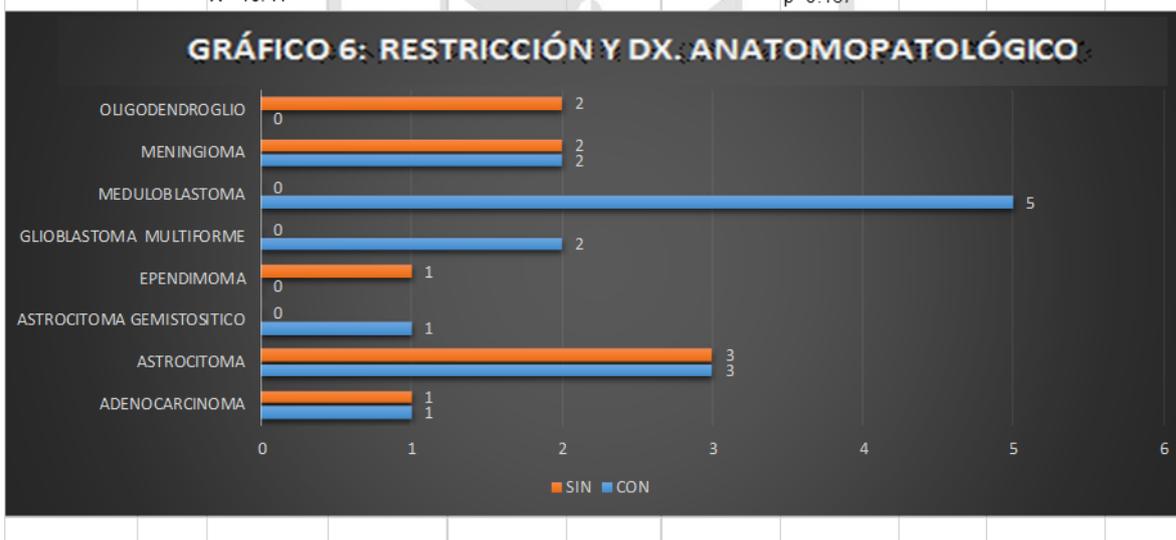
En la tabla 6, En la tabla 6, apreciamos que sobresale al asociar restricción y diagnóstico anatomopatológico, meduloblastoma con restricción (5/23 casos), seguido de astrocitoma con y sin restricción (3/23 casos respectivamente).

TABLA 6: Relación entre restricción y DX anatomopatológico

		DX ANATOMOPATOLOGICO								Total
		ADENOCARCINOMA	ASTROCI TOMA	ASTROCI TOMA GEMISTOSITICO	EPENDIMOMA	GLIOBLASTOMA MULTIFORME	MEDULOBLASTOMA	MENINGIOMA	OLIGODENDROGLIO	
CON O SIN RESTRICION	CON	1	3	1	0	2	5	2	0	14
	SIN	1	3	0	1	0	0	2	2	9
Total		2	6	1	1	2	5	4	2	23

$\chi^2=10.41$

$p=0.167$



Fuente : Elaboración propia.

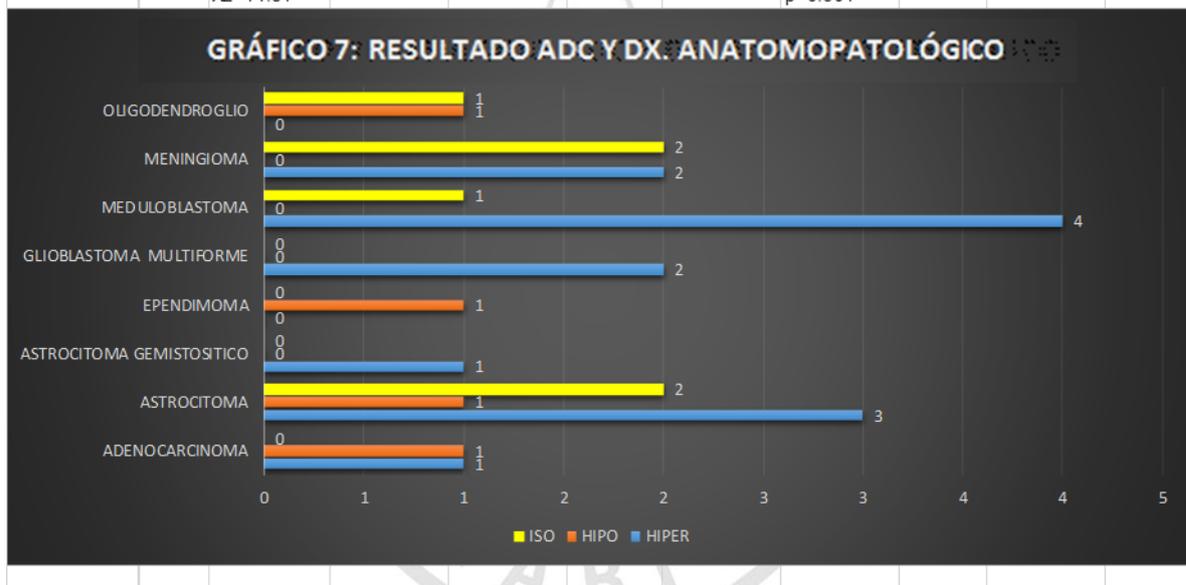
En la tabla 7, apreciamos que sobresale al asociar resultado ADC y diagnóstico anatomopatológico, meduloblastoma con hiperintensidad (4/23 casos), seguido de astrocitoma con hiperintensidad (3/23 casos).

TABLA 7: Relación entre resultado ADC y DX anatomopatológico.

		DX ANATOMOPATOLO								Total
		ADENOCARCINOMA	ASTROCITOMA	ASTROCITOMA GEMISTOSTICO	EPENDIMOMA	GLIOBLASTOMA MULTIFORME	MEDULOBLASTOMA	MENINGIOMA	OLIGODENDROGLIO	
RESULTADO ADC	HIPER	1	3	1	0	2	4	2	0	13
	HIPO	1	1	0	1	0	0	0	1	4
	ISO	0	2	0	0	0	1	2	1	6
Total		2	6	1	1	2	5	4	2	23

$\chi^2=14.81$

$p=0.391$

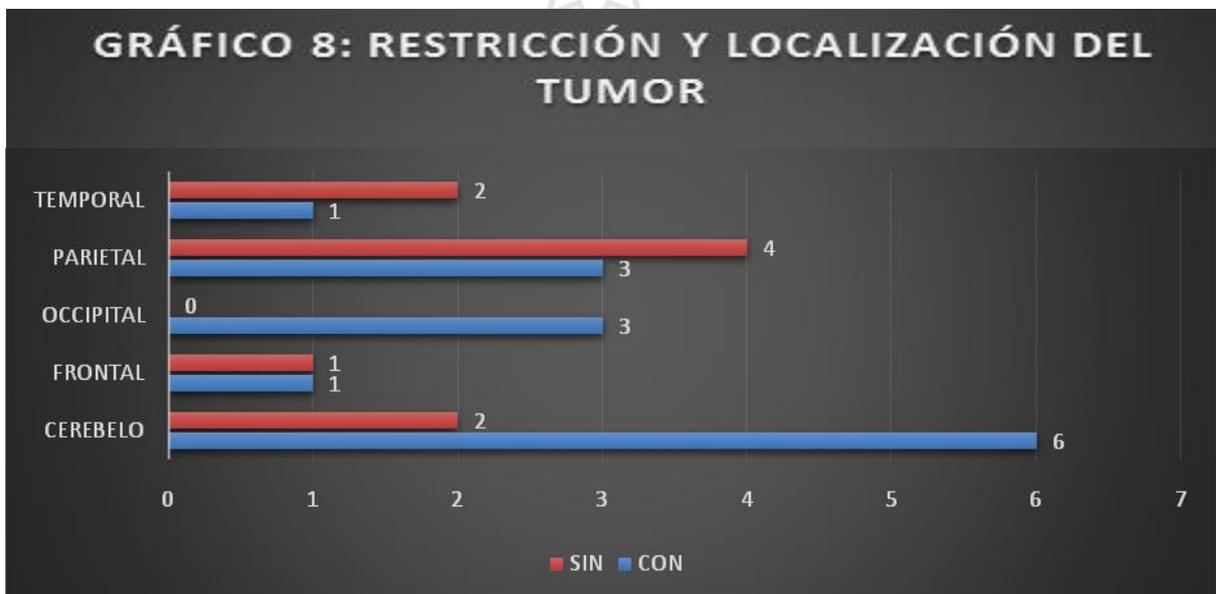


Fuente : Elaboración propia.

En la tabla 8, apreciamos que sobresale al asociar restricción y localización del tumor, en el cerebelo con restricción (6/23 casos), seguido de región parietal sin restricción (4/23 casos).

TABLA 8: Relación entre restricción y localización del tumor

		LOCALIZACIÓN DEL TUMOR					Total
		CEREBELO	FRONTAL	OCCIPITAL	PARIETAL	TEMPORAL	
CON O SIN RESTRICCIÓN	CON	6	1	3	3	1	14
	SIN	2	1	0	4	2	9
Total		8	2	3	7	3	23



Fuente : Elaboración propia.

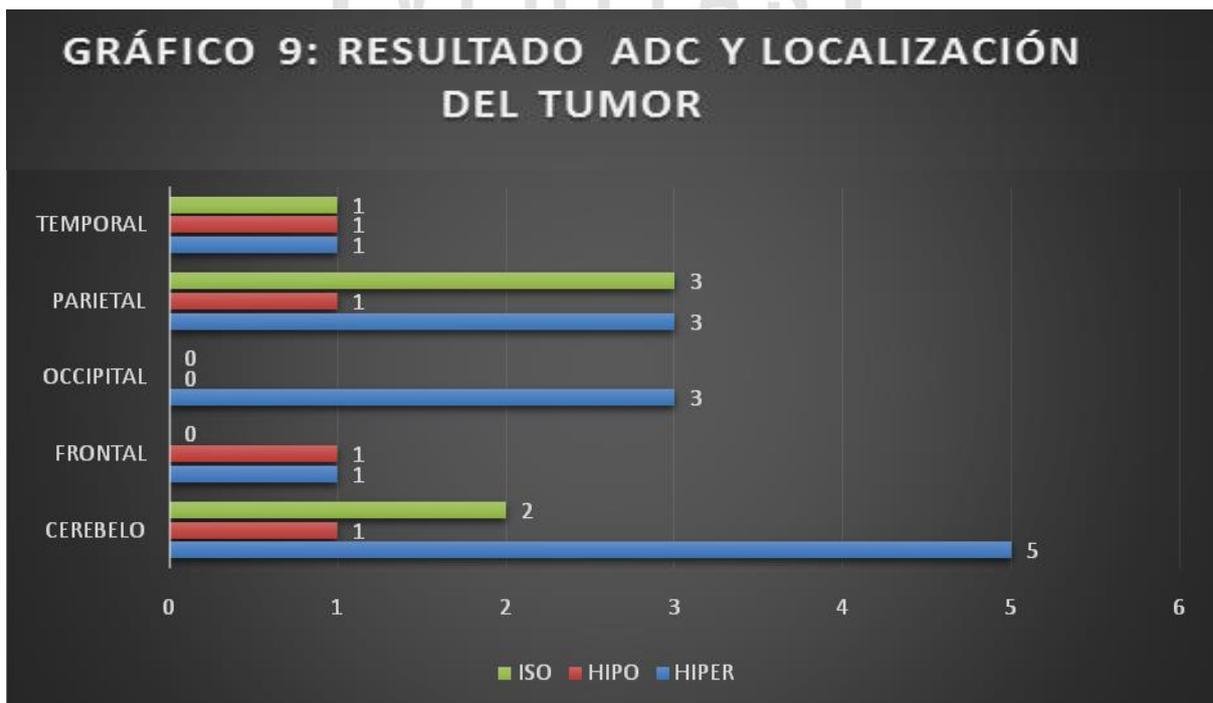
En la tabla 9, apreciamos que sobresale al asociar resultado ADC y localización del tumor, en el cerebelo con hiperintensidad (5/23 casos), seguidos de parietal, occipital con hiperintensidad (3/23 casos respectivamente), y parietal con isointensidad (3 casos).

TABLA 9: Resultado adc y localización del tumor

		LOCALIZACIÓN DEL TUMOR					Total
		CEREBELO	FRONTAL	OCCIPITAL	PARIETAL	TEMPORAL	
HIPER- HIPO O ISO INTENSÓ	HIPER	5	1	3	3	1	13
	HIPO	1	1	0	1	1	4
	ISO	2	0	0	3	1	6
Total		8	2	3	7	3	23

$\chi^2=6.04$

$p=0.643$



Fuente : Elaboración propia

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

La mayoría de los pacientes que se observó fueron de sexo masculino, lo cual es concordante con la literatura que indica, la prevalencia de tumores cerebrales es dos veces superior en hombres que en mujeres.

El presente estudio evidenció alta frecuencia de tumores con restricción de celularidad (60,9%), concordantes con la teoría revisada.

Se encontró un 56,5% de tumores cerebrales hiperintensos en mapa de coeficiente de difusión aparente (ADC), seguido isointensos representados por un 26,1%, los cuales no son concordantes con la teoría de resonancia magnética y las revisiones bibliográficas.

Respecto a la localización del tumor, en el presente estudio, se ha encontrado mayor frecuencia (34,8%) del tumor cerebral en la región infratentorial (cerebelo), seguido de la región parietal (30,4%) y en las otras regiones supratentoriales, los hallazgos resultaron de menores valores porcentuales sumando un total de 34,8%. Esto significa mayor frecuencia (65,1%) del tumor cerebral en la región supratentorial con respecto a la infratentorial (34,8%), concordante con la incidencia teórica del tumor cerebral, que sostiene que la mayor incidencia de los tumores cerebral en los adultos son de localización supratentorial.

El diagnóstico anatomopatológico ha evidenciado mayor frecuencia del tumor cerebral de tipo astrocitoma (26,1%), seguido de meduloblastoma (21,7%), con menores valores porcentuales de otros estirpes histológicas. Los hallazgos del presente estudio, indica alta incidencia de astrocitomas (26,1% equivale a 6 casos)

y meduloblastoma (21,7 que equivale a 5 casos) en la población de estudio, contradictoriamente a la teoría que sostiene la mayor incidencia de estos tumores en pacientes jóvenes. Esta discordancia se debería a la carencia de estandarización y repotes de casos sobre estos tipos de tumores, y también se conjetura que las tecnologías actuales por su alta capacidad resolutive tienen mayor grado de discriminación de la naturaleza morfológica e histológica indirecta.

Al asociar la restricción de los grados de celularidad de los tumores con el diagnóstico anatomopatológico, sobresalió meduloblastoma con restricción seguido de astrocitoma con restricción, concordantes con los reportes de la literatura revisada.

Al asociar resultado ADC y diagnóstico anatomopatológico, se encontró mayor frecuencia de meduloblastoma con hiperintensidad seguido de astrocitoma que también presentaron hiperintensidad que no coincide con la bibliografía.

Al asociar restricción y localización de los tumores, es más frecuente el tumor en el cerebelo con restricción, seguido de tumor parietal sin restricción que coincide con la bibliografía

Al asociar resultado ADC y localización del tumor, es frecuente la presencia del tumor en el cerebelo con hiperintensidad, seguido de tumor parietal u occipital con hiperintensidad. y llama la atención la presencia de tumor parietal isointenso que también no coincide con la literatura.

Una de las limitantes es la poca población en el periodo de estudio que se encontraron con resultados de anatomía patológica y difusión por resonancia magnética.

Se recomienda ampliar el estudio con mayor grupo poblacional.



CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

1. Se evidenció mayor frecuencia de tumores cerebrales con restricción, lo que significa alta celularidad y malignidad de los tumores cerebrales encontrados por resonancia magnética, confirmados por el método histopatológico.
2. Según el coeficiente de difusión aparente (ADC), el presente estudio evidenció mayor frecuencia de tumores cerebrales con hiperintensidad, lo que indica, tumores cerebral hipocelulares y de alta restricción.
3. Según la localización, y concordante con la teoría, se evidencia alta incidencia de tumores cerebrales en la region supratentorial.
4. Según el estudio anatómopatológico, se confirma mayor frecuencia de tumores de tipo astrocitoma y meduloblastoma, lo que significa que la población de estudio tendría mayores factores predisponentes para estos tipos de tumores.
5. En el presente estudio, no se demuestra correlación significativa ($P > 0,05$) entre los resultados anatómopatológicos y estudio de difusión con resonancia magnética en el estudio de tumores cerebrales.
6. En el presente estudio no se demuestra correlacion significativa ($P > 0,05$) entre los resultados de ADC por resonancia magnética y el tipo histológico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional del Cáncer NCI, Estados Unidos [Internet]. San Francisco: Centre colaborador español del NCI; 2013 [consulta el 22 de abril de 2013]. Disponible en:

<http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/cerebralesadultos/HealthProfessional/page1/AllPages>

2. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas INEN, Perú [Internet]. Lima 2004 [consulta el 20 de abril de 2013]. Disponible en :

<http://www.inen.sld.pe/portal/estadisticas/datos-epidemiologicos.html>

3. Eastwood JD, LevMH, WintermarkM, FitzekC, Barboriak DP, DeLong DM, et al. Correlation of early dynamic CT perfusión imaging with whole-brain MR diffusion and perfusión imaging in acute hemispheric stroke. Am J Neuroradiol 2003; 24(9): 1869-1875.

4. Le Bihan D Breton E, Lallemand D; Aubin ML , Vignaud J, Laval jeantet M Separation of diffusion and perfusión in intravoxel incoherent motion MR imaging. Radiology 1988; 168(2): 497-505.

5. Thoeny HC, De Keyzer F, Vandecaveye V, Chen F, Sun X, Bosmans H, Hermans R, et al. Effect of vascular targeting agent in rat tumor model: dynamic contrast-enhanced versus diffusion-weighted MR imaging. Radiology 2005; 237(2): 492-

4992. Dietrich O, Biffar A, Baur-Melnyk A, Reyser MF. Technical aspects of MR diffusion imaging of the body. *Eur J Radiol.* 2010; 76:314–22. Epub 2010 Mar 29.

6. Koyama T, [Tamai K](#), [Togashi K](#) Estado actual de la RM del cuerpo: RM rápido y difusión la imagen ponderada [Int J Clin Oncol.](#) 2008 Aug;11(4):278-85.

7. James M. Provenzale [Srinivasan Mukundan](#),[Daniel P. Barboriak](#), Difusión ponderado y perfusión por RNM para la caracterización del tumor cerebral y evaluación de la respuesta al tratamiento 2006 *Radiology*, 239,632-649

8. [Hygino da Cruz LC Jr](#) , [Vieira IG](#) , [Domingues RC](#) . La difusión por RM: una herramienta importante en la evaluación de los tumores cerebrales. [Neuroimagen Clin N Am.](#) 2011 Feb; 21 (1) :27-49, vii. doi: 10.1016/j.nic.2011.01.010.

9. [Naggara O](#) , [L Létourneau-Guillon](#) , [Mellerio C](#) , [M Belair](#) , [JP Pruvo](#) , [X Leclerc](#) , [JF Meder](#) , [Oppenheim C](#) . Difusión por RM del cerebro. [J Radiol](#) 2010 Mar; 91 (3 Pt 2) :329-49.

10.[Arvinda HR](#) , [C Kesavadas](#) , [PS Sarma](#) , [B Thomas](#) , [VV Radhakrishnan](#) , [AK Gupta](#) , [Kapilamoorthy TR](#) , [Nair S](#) . Clasificación de los Gliomas: sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos de las imágenes por difusión y perfusión. 2009 Aug; 94 (1) :87-96. doi: 10.1007/s11060-009-9807-6. Epub 2009 20 de febrero

11. [Scarabino T](#) , [T Popolizio](#) , [Troisi F](#) , [G Giannatempo](#) , [Pollice S](#) , [N Maggialelli](#) , [Carriero A](#) , [Di Costanzo A](#) , [G Tedeschi](#) , [Salvolini U](#) . Papel de las

técnicas avanzadas de imagen por RM en el diagnóstico de gliomas cerebrales. Radiol Med 2009 Apr; 114 (3) :448-60.

12. Rizzo L , Crasto SG , Moruno PG , Cassoni P , R Ruda , Boccaletti R , Brosio M , De Lucchi R , C Fava . El papel de la difusión y perfusión por RM para la caracterización de tumores cerebrales. Radiol Med. 2009 Jun; 114 (4) :645-59.

13 . Essig M , F Giesel , Stieltjes B , Weber MA. Imagen funcional de los tumores cerebrales (perfusión, Difusión y espectroscopía MR). Radiologia 2007 Jun; 47 (6) :513-9.

14. N Rollin , Guyotat J , N Streichenberger , Honorat J , Tran Minh VA , F Cotton . Relevancia clínica de la difusión y la imagen de perfusión por resonancia magnética en la evaluación intra-axiales tumores cerebrales Mar; 48 (3) :150-9. Epub 2006 Feb 10.

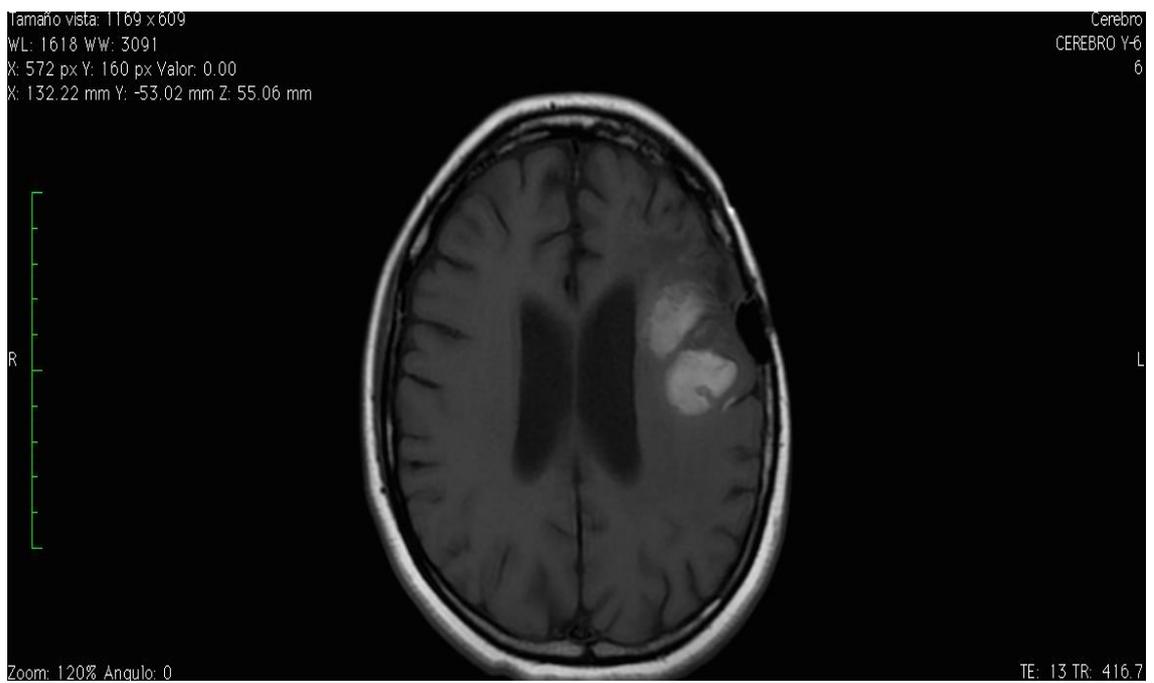
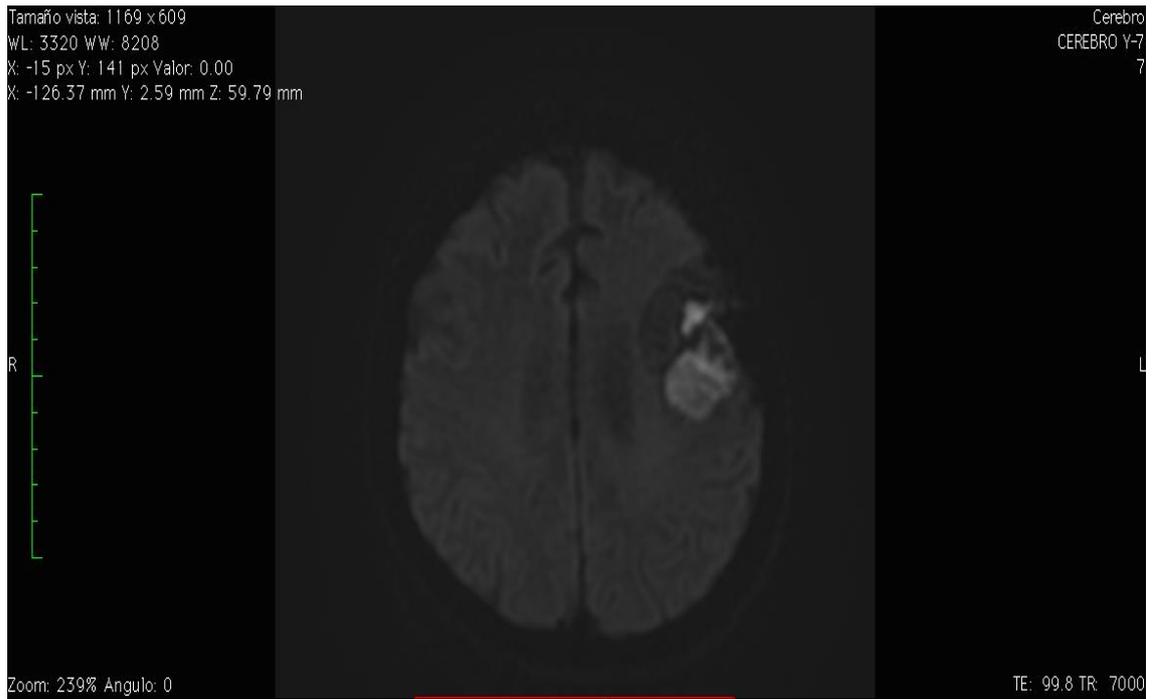
15. Poussaint IDAD , Rodríguez D . Neuroimagen avanzada de los tumores cerebrales pediátricos: difusión, perfusión y espectroscopia por RM. Neuroimagen Clin N Am. 2006 Feb; 16 (1) :169-92.

16. Provenzale JM , Mukundan S , Barboriak DP . Difusión y la perfusión por RM para la caracterización de tumores cerebrales y evaluación de la respuesta al tratamiento. Radiología. 2006 Jun; 239 (3) :632-49.

17. Campo c, Alexander AL . Difusión en el diagnóstico y la terapia de tumores cerebrales. Top Magn Reson de imágenes 2004 octubre; 15 (5) :315-24.

18. [Barboriak DP](#) . Las imágenes de los tumores cerebrales por difusión y tensor de difusión en RM. [Magn Reson imágenes Clin N Am](#) 2003 agosto; 11 (3) :379-401.
19. [Valentini V](#) , [Gaudino S](#) , [P Spagnolo](#) , [Armenise S](#) , [Tartaglione T](#) , [P Marano](#) . La difusión y perfusión RM. [Rays](#). 2003 Ene-Mar; 28 (1) :29-43.
20. Ashkan Malayeri A. [Riham H. El Khouli](#), [Atif Zaheer](#), [Michael A. Jacobs](#), [Celia P. Corona-Villalobos](#), [Ihab R. Kamel](#), MD, [Katarzyna J. Macura](#), Principios y Aplicaciones de la difusión de la imagen ponderada en la detección del cáncer, la estadificación y tratamiento de seguimiento. Octubre 2011 RadioGraphics,31, 1773-1791
21. Saremi F, [Andrew N. Knoll](#), [Omid J. Bendavid](#), [Helmuth Schultze-Haakh](#), [Navneet Narula](#), [Fataneh Sarlati](#) Caracterización de las lesiones genitourinarias con la difusión de la imagen ponderada Setiembre 2009 RadioGraphics, 29, 1295-1317
22. Aliya Qayyum et en el artículo Imágenes de difusión ponderada en el abdomen y la pelvis: Conceptos y Aplicaciones. Octubre 2009 RadioGraphics,29, 1797-1810
23. Stavroula Kyriazi, [David J. Collins](#), [Veronica A. Morgan](#),[Sharon L. Giles](#), [Nandita M. deSouza](#), Imagen ponderada en Difusión de la enfermedad peritoneal , estadificación no invasiva del cáncer de ovario avanzado Setiembre 2010 RadioGraphics, 30, 1269-1285.

24. Reiko Woodhams, [Saadallah Ramadan](#), [Peter Stanwell](#), [Satoko Sakamoto](#), [Hirofumi Hata](#), [Masanori Ozaki](#), [Shinichi Kan](#), [Yusuke Inoue](#), Imágenes de difusión ponderada de la mama: Principios y Aplicaciones Clínicas Julio, 2011 RadioGraphics, 31,1059-1084.
25. Koh DM, Collins DJ. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology 2007;188:1622–35.
27. Bammer R. Basic principles of diffusion-weight imaging. Eur J Radiol. 2003;45:169–84.
28. *Pablo Soffia S.* Difusión por resonancia magnética: bases y aplicaciones oncológicas en órganos extracraneanos, RevChil Radiol 2009; 15 Supl (1):s17-s24.



astrocitoma en difusion y T1

ANEXO Nº 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NA :.....

FECHA: / /

EDAD: AÑOS SEXO: ()

VALORES DE ADC:

0 s/mm² ()

1000s/mm ()

INTENSIDAD DE SEÑAL EN LAS SECUENCIAS DE DIFUSIÓN Y ADC:

En la difusión:

-Con restricción de la difusión. ()

-Sin restricción de la difusión. ()

En el ADC:

Hipointenso ()

Hiperintenso ()

Isointenso ()

LOCALIZACIÓN DEL TUMOR:

Lóbulo frontal ()

Lóbulo parietal ()

Lóbulo temporal ()

Lóbulo occipital ()

OBSERVACIONES:

ANATOMÍA PATOLÓGICA

FECHA: / /

Nº lámina:

DX ANATOMO PATOLÓGICO: 0- Astrocitoma.

1-Carcinoma Metastásico.

2-Meningioma

3-Glioblastoma

4-Adenoma

5-Ependimoma

6-Craneofaringeoma

7- Meduloblastoma

8-Schwanoma

9-Plasmocitoma

PUNTO DE CORTE DE LOS VALORES ADC

ADC con valor b 1000:

Centro del tumor: Benigno: $>1.58 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno: $<1.58 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

Periferia del tumor: Benigno: $>1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno: $<1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

ADC peritumoral: Benigno: $>1.18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno: $<1.18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

ADC sustancia blanca: Benigno $>0.3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno $<0.3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

ADC mínimo: Benigno $>1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno $<1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

ADC Normalizado Benigno >1.37 Maligno <1.37

ADC sustancia blanca Benigno $>1.18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ Maligno $<1.18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

ANEXO Nº 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS
<p>Problema general:</p> <p>¿Existe correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética de tumores cerebrales?</p> <p>Problemas específicos :</p> <p>¿Existe relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico?</p> <p>¿Cuál es el coeficiente de difusión aparente (ADC) de los tumores cerebrales en relación al tipo histológico</p>	<p>Objetivos general:</p> <p>Evaluar la correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética de tumores cerebrales.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Evaluar la relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico.• Determinar el coeficiente ADC de los tumores cerebrales en relación al tipo histológico.	<p>Existe correlación entre el resultado anatomopatológico y el estudio de difusión con resonancia magnética de tumores cerebrales</p> <ul style="list-style-type: none">• Hay relación entre la presencia de restricción de difusión tumoral y el tipo histológico.• Los tumores cerebrales presentan un ADC alto en relación al tipo histológico.

